

ČMS – PÔDA

PRIEBEŽNÁ SPRÁVA (2001)

Koordinátor: Výskumný ústav pôdoznanectva a
ochrany pôdy, Bratislava

Kontaktná osoba: Doc. RNDr. Pavol Bielek, DrSc.
riaditeľ ústavu
(tel.: 07/434 208 66,
e-mail: sci@vupu.sk)

Ing. Jozef Kobza, CSc.
zodpovedný riešiteľ
(tel.-fax: 088/423 0473,
e-mail: vupu@isternet.sk)

ÚVOD

ČMS – Pôda bol aj v roku 2000 koordinovaný Výskumným ústavom pôdozvedectva a ochrany pôdy (VÚPOP) a realizovaný podľa schváleného Projektu. +V súčasnom období sa priebežne spracúvajú výsledky z 2. cyklu monitorovania pôdy SR (1997-2001). Každoročne sa vyhodnocujú konkrétne pôdne predstavitelia aj podľa pôdotvorných substrátov a kultúr využívania tak, aby do ukončenia cyklu boli vyhodnotené všetky pôdy v základnej monitorovacej sieti.

V roku 2000 bola vyhodnotená naša najrozšírenejšia skupina pôd – kambizeme. Určité vývojové trendy sme zisťovali špecificky aj s ohľadom na substráty – napr. kambizeme na kyslých substrátoch, na vulkanitoch, na flyši, ale aj na vápencoch a dolomitických vápencoch. Súčasne osobitne sme vyhodnocovali trendy vývoja vlastností týchto pôd využívaných ako orné pôdy a pod trvalými trávnyimi porastami.

Podobne boli spracované i monitorovacie lokality na lesných pôdach.

V priebežnej správe sú tiež uvedené údaje za Plošný prieskum kontaminácie poľnohospodárskych pôd, ktoré boli zistené v roku 2000. Jedná sa o subsystém ČMS – Pôda a je priamo prepojený so systémom agrochemického skúšania pôd tým, že využíva organizovaný odber pôdných vzoriek.

1. Fosfor a draslík – súčasný stav a vývoj

Aktuálny obsah prístupného fosforu stanoveného podľa Egnera (Hraško, J. a kol., 1961) je uvedený v tab. 1.

Tab. 1 Profilová distribúcia prístupného fosforu (Egner) a draslík (Schacht.) v kambizemiach v roku 1997 (rok odberu 2. cyklu)

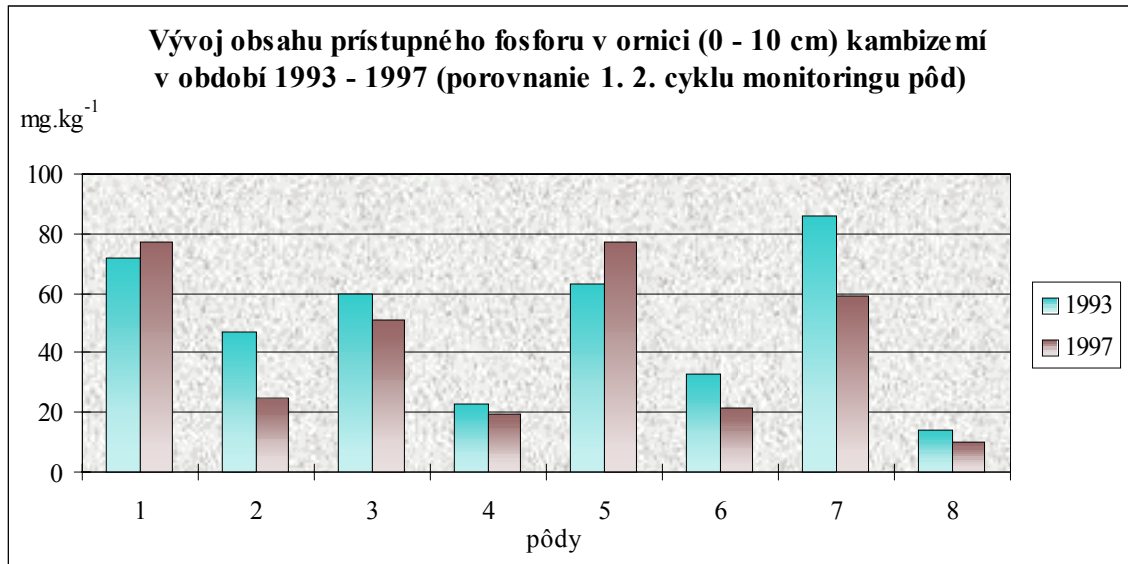
Pôdy	Kultúra	Hĺbka (cm)	P (mg.kg ⁻¹)			K (mg.kg ⁻¹)		
			x _{min}	x _{max}	\bar{x}	x _{min}	x _{max}	\bar{x}
1. KM na kryštaliniku	OP	0 – 10	25,0	222,7	77,3	85,0	320,0	191,5
		35 - 45	1,8	95,5	37,9	90,0	300,0	151,2
2. KM na kryštaliniku	TTP	0 – 10	3,2	60,0	24,6	48,0	340,0	111,9
		20 – 30	1,5	49,5	14,0	20,0	232,0	75,1
		35 – 45	0,4	55,2	10,1	15,0	200,0	64,2
3. KM na flyši	OP	0 – 10	4,7	125,5	50,9	87,0	263,0	162,3
		35 - 45	0,1	23,5	9,0	28,0	180,0	97,5
4. KM na flyši	TTP	0 – 10	4,5	47,2	19,2	32,0	324,0	116,2
		20 – 30	0,1	23,2	6,0	32,0	239,0	76,1
		35 - 45	0,1	4,2	1,6	33,0	133,0	64,6
5. KM na vulkanitoch	OP	0 – 10	35,2	175,0	77,2	105,0	800,0	330,0
		35 - 45	0,5	45,5	22,7	31,0	395,0	181,5
6. KM na vulkanitoch	TTP	0 – 10	4,5	57,0	21,8	33,0	241,0	96,2
		20 – 30	0,1	19,0	5,8	10,0	150,0	63,6
		35 - 45	0,1	10,0	3,6	13,0	112,0	56,6
7. KM na vápencoch	OP	0 – 10	33,5	103,0	59,1	117,0	220,0	162,7
		35 - 45	2,0	91,2	33,2	106,0	160,0	141,7
8. KM na vápencoch	TTP	0 – 10	4,2	18,0	9,9	67,0	310,0	149,7
		20 – 30	1,5	19,0	7,8	56,0	264,0	141,7
		35 - 45	0,7	4,0	2,5	56,0	150,0	97,7

Vysvetlivky: OP – orná pôda, TTP – trvalý trávny porast

Podľa kritérií ÚKSUP – u (1993) sa obsah prístupného fosforu v kambizemiach na orných pôdach pohybuje v kategóriách strednej až dobrej zásobenosti, pri kultúre trvalých trávnych porastov je jeho obsah nižší a pohybuje sa v kategóriách veľmi malý, malý až stredný. Je to dôsledok najmä intenzívnejšieho fosforečného hnojenia na orných pôdach

najmä v minulom období, pretože prirodzené zásoby fosforu v našich pôdach sú nízke (Hrtánek, B., 1994). Dokumentuje to aj obsah prístupného fosforu v hlbších častiach pôdneho profilu, kde je jeho obsah prevažne veľmi nízky. Vývoj obsahu prístupného fosforu v ornici kambizemí medzi 1. a 2. cyklom monitorovania pôd je znázornený v grafe 1.

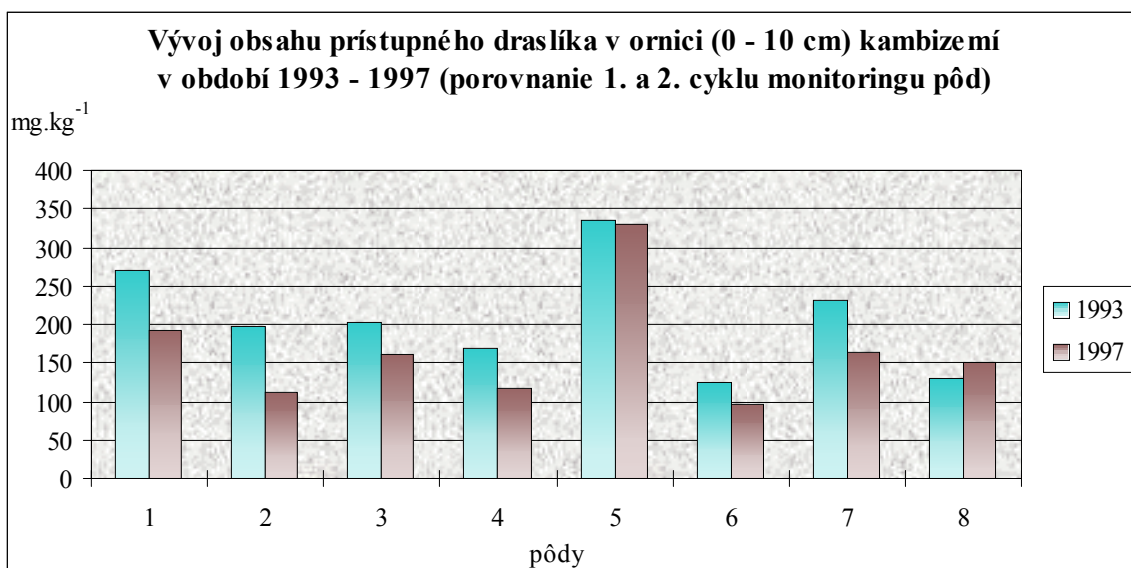
Graf 1



Vývoj obsahu prístupného fosforu v ornici kambizemí má prevažne klesajúcu tendenciu, čo odráža nízku úroveň fosforečného hnojenia v poslednom období.

Obsah prístupného draslíka je v jednotlivých pôdach na rôznych substrátoch uvedený v tab. 1. Jeho bilancia je lepšia ako pri fosfore, čo je zapríčinené lepšou zásobenosťou našich pôd draslíkom oproti fosforu, ako aj určitou úrovňou hnojenia. Obsah prístupného draslíka stanoveného podľa Schachtschabela je podľa kritérií ÚKSUP-u na orných pôdach kambizemí stredný až vysoký, pod trvalými porastami, kde aj v minulosti bola úroveň draselného hnojenia nižšia sa jeho obsah pohybuje prevažne v kategórii strednej zásobenosti. Všeobecne možno teda konštatovať, že priemerne naše kambizeme majú ešte aj v súčasnosti priaznivý obsah prístupného draslíka. Vývoj obsahu prístupného draslíka v povrchovom horizonte kambizemí na rôznych substrátoch za posledné obdobie je znázornený v grafe 2.

Graf 2



Prakticky na všetkých sledovaných kambizemiach pozorujeme mierny pokles tohoto prvku ako dôsledok znižujúceho sa draselného hnojenia.

2. Prístupný horčík

Horčík sa považuje za piatu hlavnú živinu vo výžive rastlín (Hrtánek, B., Kobza, J., 1980). Nachádza sa vo viacerých primárnych (olivín, serpentín, biotit) aj v sekundárnych mineráloch (smektity, chlorit, vermikulit). V karbonátových pôdach sa vyskytuje v uhličitanovej forme ($MgCO_3$ – magnezit, $CaCO_3$ - dolomit).

V tab. 2 sú uvedené priemerné obsahy prístupného horčíka podľa hodnotených pôd a substrátov.

Tab. 2 Aktuálny stav v zastúpení príst. Mg (Mehlich II.) v povrchovom horizonte kambizemí v roku 1997 (rok odberu 2. cyklu)

Pôdy	Kultúra	Hĺbka (cm)	Mg ($mg \cdot kg^{-1}$)		
			X_{min}	X_{max}	X
1	OP	0 – 10	105	370	198,3
2	TTP	0 – 10	40	330	165,0
3	OP	0 – 10	90	337,5	219,6
4	TTP	0 – 10	170	400	267,5
5	OP	0 – 10	85	500	231,6
6	TTP	0 – 10	55	395	235,0
7	OP	0 – 10	150	375	262,5
8	TTP	0 – 10	350	730	540,0

Vysvetlivky: 1,2 – KM na kryštalíniku, 3, 4, - KM na flyši, 5, 6 – KM na vulkanitoch, 7, 8 - KM na vápencoch, OP – orná pôda, TTP – trvalý trávny porast

Hodnoty obsahu prístupného horčíka sú vo všetkých skupinách pôd pomerne vyrovnané a podľa hodnotenia ÚKSUP-u (1993) sa jedná o vysoký obsah tohoto prvku v hodnotených pôdach, a to ako na orných pôdach, tak aj na pôdach pod trvalými trávnymi porastami. To len dokumentuje skutočnosť, že naše pôdy sú prevažne dobre zásobené horčíkom, čo potvrdzujeme i v predchádzajúcej práci (Kobza, J., 2000).

Najvyšší obsah horčíka v rámci hodnotených pôd sme zistili v kambizemiach na karbonátových substrátoch, a to hlavne pod trávami. Tieto pôdy sú prevažne plytšie (oproti orným pôdam), kde karbonátový substrát, v tomto prípade hlavne dolomitické vápence vystupujú bližšie k povrchu pôdy, a kde je obsah prístupného horčíka oproti ostatným skupinám pôd vyšší.

Najnižšie obsahy prístupného horčíka boli zistené práve v kambizemiach na kyslých až veľmi kyslých substrátoch, čo je v súlade s konštatovaním Schroedera a Zahiroleslama (ex. Mengel, 1965), že obsah Mg klesá od hnedozemí až po kambizeme a podzoly.

Obsah Mg v pôdach je však výrazne vysoký v okolí magnezitiek, kde sa jeho hodnoty v najviac kontaminovanej zóne pohybujú často aj nad $10\,000\,mg \cdot kg^{-1}$ (Kobza, J. 2000) i napriek tomu, že emisná situácia sa v poslednom období zlepšila. Preto bude nanajvyš aktuálne zaradenie tohoto prvku do nových hygienických limitov rizikových látok, pretože horčík tu doteraz uvádzaný nebol. Vývojové trendy horčíka nemôžeme zatiaľ hodnotiť, pretože v 1. cykle nebol tento prvok v základnej monitorovacej sieti stanovený.

3. Mikroelementy – súčasný stav

Mikroelementy (Cu, Zn, Fe, Mn) boli sledované vo výluhu DTPA len v ornici, resp. humusovom horizonte 2. cyklu monitorovania pôd, preto v tejto časti sa zaoberáme len súčasným, aktuálnym stavom bez hodnotenia ich vývoja.

Zastúpenie jednotlivých mikroelementov v hodnotených pôdach je uvedené v tab.3. Priemerný obsah medi sa pohybuje v hodnotených pôdach od 1,1 do 8,2 mg.kg⁻¹, čo podľa hodnotenia ÚKSUP-u (1993) je obsah stredný až vysoký. Priemerný obsah zinku sa pohybuje v rozpätí od 1,4 do 4,6 mg.kg⁻¹, čo je obsah taktiež stredný až vysoký.

Priemerný obsah železa sa pohybuje v pomerne širokom rozpätí od 34,4 do 111,8 mg.kg⁻¹, čo potvrdzuje jeho výraznejšiu priestorovú heterogenitu v hodnotených pôdach. Podľa kritérií ÚKSUP-u (1993) ide o obsah stredný až vysoký.

Tab. 3 Aktuálny stav v zastúpení mikroelementov vo výluhu DTPA v povrchovom horizonte kambizemí v roku 1997 (rok odberu 2. cyklu)

Pôdy	Kultúra	Hĺbka (cm)	Cu (mg.kg ⁻¹)			Zn (mg.kg ⁻¹)			Fe (mg.kg ⁻¹)			Mn (mg.kg ⁻¹)		
			X _{min}	X _{max}	X	X _{min}	X _{max}	X	X _{min}	X _{max}	X	X _{min}	X _{max}	X
1	OP	0 – 10	0,5	57,6	6,7	0,3	3,3	1,5	9,7	61,4	34,4	10,7	59,8	26,6
2	TTP	0 – 10	0,4	68,2	8,2	0,6	20,3	4,6	40,6	208,6	101,4	10,8	197,0	83,7
3	OP	0 – 10	1,0	2,9	2,0	0,5	4,8	1,8	27,3	163,4	67,3	15,4	150,1	79,2
4	TTP	0 – 10	0,5	3,1	1,8	0,4	6,4	3,0	20,2	254,4	111,8	13	145,0	74,6
5	OP	0 – 10	0,6	6,8	2,8	2,1	4,0	3,0	24,0	54,5	36,9	37,5	75,4	61,5
6	TTP	0 – 10	0,7	1,7	1,1	1,3	4,8	2,5	49,6	94,3	65,1	25,6	108,5	59,4
7	OP	0 – 10	1,9	2,8	2,4	1,4	1,4	1,4	43,7	50,1	46,9	46,0	48,6	47,3
8	TTP	0 – 10	0,8	4,6	2,1	0,5	4,5	2,1	13,0	50,6	36,3	8,5	64,5	28,0

Vysvetlivky: 1,2 – KM na kryštalíniku, 3, 4, - KM na flyši, 5, 6 – KM na vulkanitoch, 7, 8 - KM na vápencoch, OP – orná pôda, TTP – trvalý trávny porast

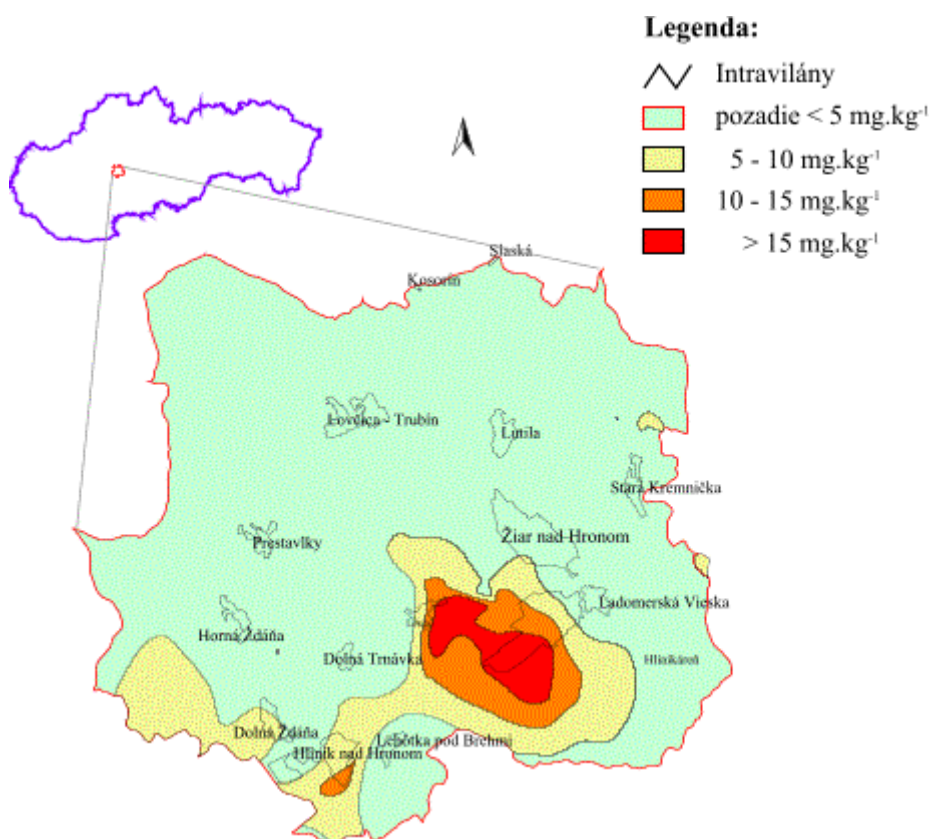
Priemerný obsah mangánu sa pohybuje v rozpätí od 26,6 do 83,7 mg.kg⁻¹, čo je jeho obsah stredný. Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že obsah základných mikroelementov (Cu, Zn, Fe, Mn) je v hodnotených pôdach prevažne stredný až vysoký, a tak uvedené prvky nepredstavujú deficit z hľadiska výživy rastlín, čo sme už konštatovali aj pri hodnotení niektorých ďalších pôd SR (Kobza, J. a kol., 1999).

4. Vodorozpustný fluór a jeho vývojový trend v regióne Žiar nad Hronom

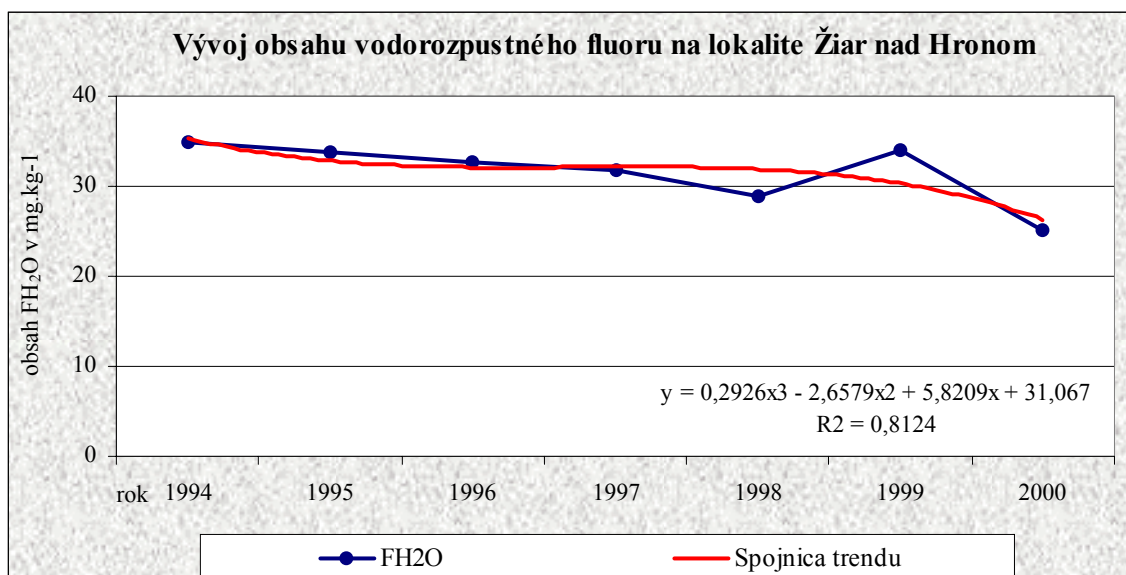
Obsah fluóru v našich pôdach je zanedbateľný. Jeho význam však stúpa len v regióne Žiar nad Hronom v súvislosti s prevádzkou hlinikárne a produkcie emisií fluóru. I napriek tomu, že emisná situácia s fluórom v tomto regióne je často uvádzaná v súčasnosti už ako priaznivá na 80-90%, situácia v pôde je diametrálne odlišná. Súčasný stav kontaminácie pôd daného regiónu fluórom je znázornený na mape 1.

Keďže platný hygienický limit pre vodorozpustný fluór v pôde podľa Vestníka MPSR (1994) je 5 mg.kg⁻¹, v najviac kontaminovanej zóne jeho hodnoty často prevyšujú 20 mg.kg⁻¹. Z pohľadu jeho súčasného vývojového trendu v najviac kontaminovanej zóne na príklade kľúčovej lokality má mierne klesajúcu tendenciu, avšak jeho obsah je stále vysoký (prakticky takmer 6 – násobok hygienického limitu). Jeho súčasný priebeh je vyjadrený aj matematickou funkciou (graf 3) s koeficientom determinácie $R^2 = 0,8124$, čo v relatívnych hodnotách vyjadruje jeho súčasný vývojový trend na 81,24%.

Mapa 1 Kontaminácia pôd Žiar nad Hronom vodorozpustným fluórom



Graf 3



Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že obsah vodorozpustného fluóru v pôdach najviac kontaminovanej zóny sa výraznejšie nemení, a bude potrebné tento jeho ďalší vývoj i v budúcnosti monitorovať. Možnosti jeho postupného znižovania v pôde sme už naznačili v predchádzajúcej práci (Kobza, J., Makovníková, J., 1998), pretože prirodzený proces jeho odbúravania v pôde je proces dlhodobý.

5. Acidifikácia pôd

Acidifikácia je prirodzený proces okysľovania pôd vplyvom vnútorných alebo vonkajších činiteľov. Chemizmus a textúra substrátu, na ktorom sa pôda vyvinula je jedným z najvýznamnejších vnútorných činiteľov acidifikácie. Kambizeme sú najrozšírenejším pôdnym typom na Slovensku, s výmerou 26,8% poľnohospodársky využívaných pôd, vyvinutých na rôznych typoch substrátov - od kyslých až po zásadité (Bielek a kol., 1998), čo primárne determinuje aj ich rôznu náchylnosť voči acidifikácii. Táto rôznorodosť substrátov indikuje v kambizemiach prítomnosť rôznych typov aciditu pufrujúcich systémov a tlmiacich vstup protónov do pôdneho ekosystému. V kambizemiach je dominantná aktivita pufrujúceho systému silikátov, výmenných katiónov až hliníka, ojedinele v kambizemiach vyvinutých na karbonátových substrátoch je to aj aktivita karbonátového pufrujúceho systému. Významnú úlohu pritom zohráva aj kvalita a kvantita pufrujúceho systému organickej hmoty. Kapacita a potenciál týchto pufrujúcich systémov sa odráža v stave sorpčného komplexu, jeho charakteristikách, či v hodnotách pôdnej reakcie, v praxi najčastejšie používaného indikátora acidity pôdy. Kyslá pôdna reakcia niektorých variet kambizemí si vyžaduje úpravu aplikovaním vápenatých hmôt s cieľom zvyšovania ich produkcie a znižovania ekologických rizík, ako je napríklad zvyšovanie mobility ťažkých kovov a hliníka s možnosťou ich prieniku do bioprodukcii a podzemných vôd.

5.1. Vyhodnotenie stavu pôdnej reakcie v skupinách kambizemí v roku 1997 (2. cyklus)

V skupinách kambizemí sa hodnoty pôdnej reakcie pohybujú od silne kyslej až po slabo alkalickú, čo sa odráža aj v typologicko-produkčných kategóriách kambizemí pohybujúcich sa v rozmedzí od produkčných orných pôd až po málo produkčné trvalé trávne porasty.

Hodnoty pôdnej reakcie (aktívnej aj výmennej) ôsmich súborov kambizemí (1 - kambizeme a kambizeme pseudoglejové na vulkanitoch - TTP, 2 - kambizeme na vulkanitoch - OP, 3 - kambizeme a kambizeme pseudoglejové na flyši - TTP, 4 - kambizeme a kambizeme pseudoglejové na flyši - OP, 5 - kambizeme kyslé na kyslých substrátoch - TTP, 6 - kambizeme kyslé na kyslých substrátoch - OP, 7 - kambizeme na vápencoch a dolomitoch - TTP, 8 - kambizeme na vápencoch a dolomitoch - OP) z hľadiska zachovania predpokladov štatistického hodnotenia vyhovovali podmienkam normality rozdelenia a preto sme pôdnu reakciu charakterizovali popisovou štatistikou normálneho rozdelenia (priemer, minimálna a maximálna hodnota). Profilový priebeh hodnôt aktívnej a výmennej pôdnej reakcie uvádza tabuľka 4.

Najvyššia priemerná hodnota aktívnej pôdnej reakcie vyjadrená v pH/H₂O v hĺbke 0 - 10 cm (7,18) bola nameraná v skupine orných pôd kambizemí na vápencoch, najnižšia (5,19) v skupine kambizemí a kambizemí pseudoglejových na vulkanitoch využívaných ako trvalé trávne porasty. Podobná tendencia bola zaznamenaná v hĺbke 35 - 45 cm, kde najvyššia priemerná hodnota aktívnej pôdnej reakcie (7,36) bola nameraná v skupine orných pôd kambizemí na vápencoch, najnižšia (5,72) v skupine kambizemí a kambizemí pseudoglejových na vulkanitoch využívaných ako trvalé trávne porasty.

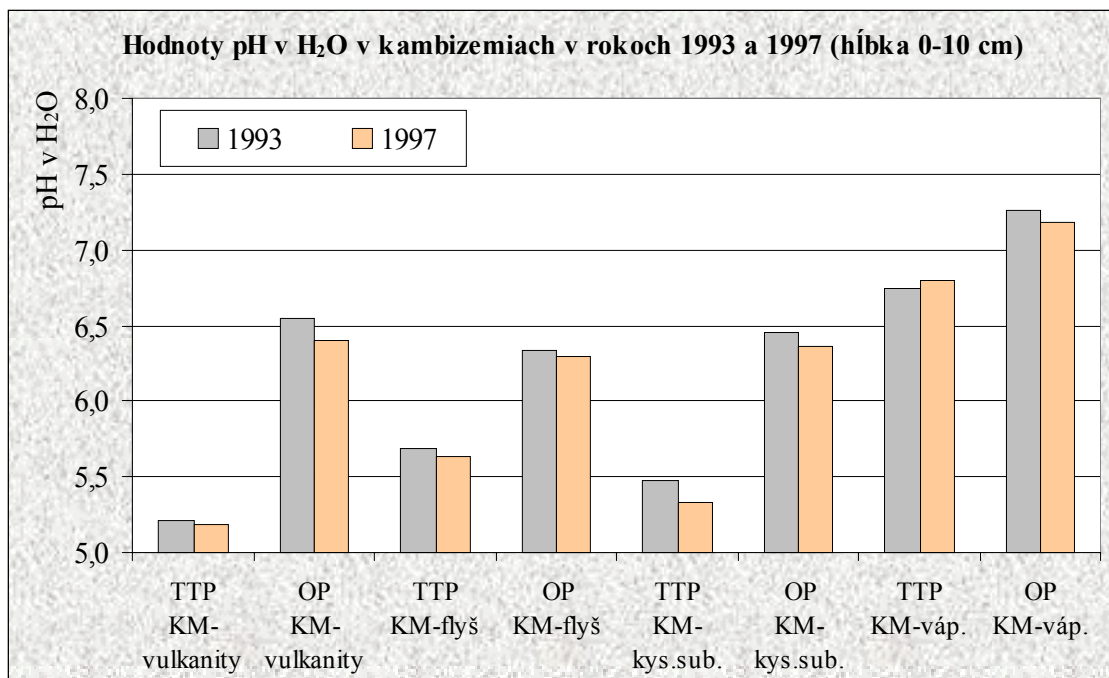
Hodnoty výmennej pôdnej reakcie vyjadrené v pH/KCl a v pH/CaCl₂ sú v priemere u pH/KCl o 0,84 jednotiek a u pH/CaCl₂ o 0,53 jednotiek nižšie ako hodnoty aktívnej pôdnej reakcie vyjadrené v pH/H₂O.

Tab. 4 Profilový priebeh pH v H₂O, KCl a CaCl₂ v skupinách kambizemí v roku 1997 (rok odberu 2. cyklu)

Pôdy	Kultúra	Hĺbka odberu vzorky v cm	pH v H ₂ O			pH v KCl			pH v CaCl ₂		
			x _{min}	x _{max}	x	x _{min}	x _{max}	x	x _{min}	x _{max}	x
KM+KMg na vulkanitoch	TTP	0 - 10	4,63	6,45	5,19	3,65	6,09	4,59	4,00	6,05	4,88
		20 - 30	5,15	5,66	5,43	3,90	4,44	4,42	4,38	5,08	4,79
		35 - 45	5,35	6,35	5,72	3,93	5,54	4,63	4,46	5,80	5,08
KM na vulkanitoch	OP	0 - 10	5,79	7,09	6,40	5,22	6,40	5,68	5,22	6,52	5,84
		35 - 45	5,17	7,00	6,21	4,17	6,01	5,21	4,63	6,38	5,61
KM+KMg na flyši	TTP	0 - 10	4,49	7,24	5,64	3,56	6,93	4,88	4,01	7,13	5,14
		20 - 30	4,39	7,50	5,77	3,47	7,12	4,76	3,77	7,34	5,20
		35 - 45	4,55	7,52	5,89	3,69	7,07	4,68	3,92	7,25	5,21
KM+KMg na flyši	OP	0 - 10	4,54	7,59	6,29	3,94	7,17	5,64	4,19	7,56	5,89
		35 - 45	5,28	8,00	6,51	4,13	7,23	5,45	4,56	7,65	6,03
KM na kyslých substrátoch	TTP	0 - 10	4,11	6,20	5,33	3,52	5,65	4,44	3,71	5,46	4,56
		20 - 30	4,45	6,66	5,63	3,79	6,31	4,83	3,81	6,27	4,88
		35 - 45	4,46	6,68	5,75	3,78	5,59	4,57	3,85	6,12	4,87
KM na kys. subs.	OP	0 - 10	5,61	7,09	6,36	4,92	6,64	5,67	5,11	6,75	5,81
		35 - 45	5,46	7,01	6,28	4,50	6,48	5,38	4,89	6,67	5,76
KM na vápencoch	TTP	0 - 10	5,70	7,22	6,80	5,02	6,80	6,32	5,35	7,12	6,60
		20 - 30	6,63	7,48	7,19	6,20	6,99	6,74	6,27	7,35	6,96
		35 - 45	7,24	7,57	7,42	6,35	7,08	6,73	6,85	7,24	7,12
KM na vápencoch	OP	0 - 10	6,75	7,60	7,18	6,01	6,86	6,44	6,22	7,21	6,61
		35 - 45	7,00	7,72	7,36	6,02	6,95	6,49	6,35	7,25	6,83

Vysvetlivky: KM - kambizem, KMg - kambizem pseudoglejová, OP - orná pôda, TTP - trvalý trávny porast, x_{min} - minimálna hodnota, x_{max} - maximálna hodnota, x - aritmetický priemer

Graf 4



Z tabuľky je zrejmé, že vplyv materského substrátu, jeho minerálna bohatosť, kyslosť či zásaditosť sa najviac odráža v hodnotách pôdnej reakcie hlbších horizontov. Smerom k povrchu tento efekt slabne, zintenzívňuje sa vplyv antropogénnych činiteľov - obrábanie pôdy, aplikácia ochranných opatrení, vplyv emisných zložiek atmosféry či spôsob využívania. Okysľujúci vplyv koreňového systému trávnych porastov podmienil nižšie hodnoty pôdnej

reakcie v A horizonte, v hĺbke 0 - 10 cm oproti hĺbkam 20 - 30 a 35 - 45 cm. Intenzívny vplyv skultúrnenia sa na orných pôdach prejavil vo väčšine prípadoch vyššími hodnotami pôdnej reakcie orničného (A) horizontu v hĺbke 0 - 10 cm oproti pôdam využívaných ako TTP na tých istých substrátoch. Táto nasýtenosť orničných horizontov orných pôd pochádza z predchádzajúcich "tučných" rokov, kedy sa občas vápnilo až nadbytočne. Nejde o stabilizovaný stav, pretože ako potvrdzujú pokusy konečným dôsledkom absencie vápnenia je pokles pôdnej reakcie, hlavne v prípade pôd s nižšou pufracnou schopnosťou (Voplakal, 1989), ku ktorým patria aj niektoré variety kambizemí.

Okrem priestorových zmien v profile sme sledovali aj časové zmeny pôdnej reakcie. V grafe 4 je znázornené porovnanie priemerných hodnôt pôdnej reakcie v jednotlivých skupinách v rokoch 1993 a 1997.

6. Salinizácia a alkalizácia pôd

Soľné pôdy sú charakteristické zvýšeným obsahom solí sodíka, ktoré škodia rastu rastlín a zhoršujú fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy. Podľa vplyvu týchto solí na pôdne vlastnosti a na rast rastlín sa rozlišujú dve hlavné skupiny soľných pôd. Sú to:

- *zasolené pôdy* alebo *slaniská* obsahujúce neutrálne sodné soli, hlavne chlorid a síran sodný
- *alkalické pôdy* alebo *slance* obsahujúce alkalické sodné soli, hlavne uhličitan, hydrogénuhličitan a kremičitan sodný.

V prírodných podmienkach sa jednotlivé skupiny solí v pôdach samostatne nevyskytujú. Prevažne sú zastúpené obidve skupiny, vo väčšine prípadov jedna skupina je dominantná. Prevládajú buď neutrálne, alebo alkalické sodné soli.

Na Slovensku sa soľné pôdy vyskytujú na Podunajskej a na Východoslovenskej nížine. Ich výskyt, rozšírenie a charakteristika bola postupne spresňovaná prácami Kynteru (1932), Červenku (1960), Hraška (1969, 1971), pôdoznaleckým prieskumom (Fulajtár 1964, Zrubec 1965) a monitorovaním vplyvu vodného diela Gabčíkovo na pôdy a poľnohospodárstvo (Fulajtár 1997, 1998). Výsledky monitoringu vplyvu vodného diela na Dunaji ukazujú, že tvorba a vývoj soľných pôd prebieha postupne od spodných horizontov k povrchu pôdy, a to na väčších plochách ako sme pôvodne predpokladali. Takýto vývoj soľných pôd, ktorý prebieha v podpovrchových a hlbších horizontoch je neviditeľný a jeho škodlivé účinky sa náhle výrazne prejavia až keď proces zasiahne povrchovú vrstvu pôdy. V tomto štádiu je pôda už výrazne degradovaná a jej zúrodnenie je veľmi náročné a z ekonomického hľadiska často nerentabilné.

Nebezpečie rozšírenia soľných pôd je u nás stále reálne, vyplýva predovšetkým zo súčasného trendu zvyšovania mineralizácie podzemných pôd ako aj z predpokladaného nástupu otepľovania klímy. Monitorovanie vývoja soľných pôd s dôrazom na podpovrchové horizonty je stále aktuálne a jeho podcenenie môže viesť k poškodeniu úrodnosti našich najproduktnejších pôd.

Zhodnotenie výsledkov monitorovania soľných pôd v r. 2000 nám dovoľuje konštatovať, že v porovnaní s rokom 1999 sme tohto roku zaznamenali mierne vyššie limitné hodnoty zasoľovania ako aj väčší počet horizontov s týmito hodnotami. Tieto rozdiely nemožno hodnotiť ako nárast formovania soľných pôd, ale len ako priestorovú a časovú variabilitu, ktorá je u soľných pôd veľmi vysoká. Z priebehu hodnôt ESP a čiastočne aj z hodnôt ECe vidieť, že slancovanie i slaniskovanie jednotlivých pôdnych horizontov a vrstiev sa rozvíja od spodných horizontov k povrchu pôdneho profilu, čo si vyžaduje monitorovanie hodnôt ESP a ECe v celom profile. Monitorovanie len vrchných horizontov pôdneho profilu nám neumožní zachytiť rozvoj soľných pôd v stredných a dolných častiach pôdneho profilu.

7. Monitoring zaťaženia pôd rizikovými látkami

Pôdne znečistenie je jedným z najväčších environmentálnych problémov. Prítomnosť kontaminantov v pôdnom prostredí má značný vplyv na využitie pôdneho fondu a môže spôsobiť vysoké hodnoty expozície pre ľudí žijúcich priamo v mieste alebo tesnej blízkosti miesta kontaminácie. Hodnotenie rizík pre dané miesto znečistenia je jedným z najdôležitejších prostriedkov pre celkové zhodnotenie kontaminovanej oblasti. Rizikové prvky a látky prítomné v pôde sú monitorované v systéme ČMS-pôda najmä z dôvodu potenciálneho zdroja kontaminácie potravného reťazca v biologickom kolobehu a pre zisťovanie dlhodobých zmien pôdnych vlastností.

Zvýšené (nadlimitné) A_1 hodnoty obsahov ťažkých kovov v skupine kambizemí v odberovom cykle 1997 sa zistili iba v skupine kambizemí na vápencoch a dolomitoch na TTP v prípade Cd a Zn. Štatistické vyhodnotenie odberových cyklov 1993 a 1997 podľa Lordovho testu poukázalo na štatisticky významné rozdiely u Zn, Cu, As pri KM+KMg na flyši (TTP) a u As pri KM+KMg na flyši (OP).

8. Monitoring obsahu a kvality pôdnej organickej hmoty

Množstvo a kvalita pôdnej organickej hmoty (POH) vo významnej miere ovplyvňujú mnohé úrodnostné ale aj environmentálne funkcie pôdy. Napriek pomerne nízkemu percentuálnemu zastúpeniu v pôde POH predstavuje jeden z hlavných faktorov kontrolujúcich fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy. Zmeny v klimatických podmienkach (Sotáková, 1981, Guntiňáz a kol. 2000) ako aj intenzívne poľnohospodárske obrábanie pôdy (Kubát a Lipavský, 1996, Bayer a kol. 2000) môžu podstatným spôsobom ovplyvniť množstvo a kvalitu pôdnej organickej hmoty. V poľnohospodársky obrábaných pôdach Slovenska nastali hlavne po roku 1989 výrazne zmeny, ktoré môžu byť príčinou podstatných zmien hlavne v množstve pôdneho humusu. Z uvedeného dôvodu má monitorovanie množstva a kvality POH veľký význam a je tiež súčasťou „Čiastkového monitorovacieho systému – Pôda“.

8.1. Vyhodnotenie súčasného stavu a vývojového trendu 8 skupín kambizemí v základnej monitorovacej sieti

Množstvo organickej hmoty v kambizemiach, podobne ako v iných pôdnych typoch (Barančíková, 1999) závisí hlavne od hospodárenia na pôde. Údaje v tabuľke 5 jasne poukazujú na podstatne vyššiu zásobu organického uhlíka na trvalých trávnych porastoch v porovnaní s ornými pôdami kambizemí. Na orných pôdach, v porovnaní s TTP je charakteristická nižšia zásoba humusu, nakoľko pri rozoraní pasienkov dochádza k porušeniu prirodzenej rovnováhy a obsah humusu sa podstatne zníži v dôsledku intenzívnej mineralizácie hlavne v orničnom horizonte (Chukov, 2000).

Priemerné hodnoty Cox na TTP kambizemí v orničnom horizonte sa pohybovali v rozsahu 1,99 – 2,98 % organického uhlíka, čo predstavuje silne humózne pôdy (Sotáková, 1982). Priemerné hodnoty Cox na orných pôdach boli podstatne nižšie a pohybovali sa v užšom intervale (1,34 – 1,69 % Cox), čo predstavuje stredne humózne pôdy. Obsah organickej hmoty u rovnakého pôdneho typu je ovplyvnený aj substrátom, nakoľko najvyššia priemerná hodnota Cox, na TTP ako aj na orných pôdach, bola zistená u kambizemí na vápencoch (tab. 5). V súlade s týmito údajmi sú aj naše minuloročné výsledky, kde priemerná hodnota Cox u regozemí karbonátových bola podstatne vyššia ako u regozemí na nekarbonátových viatych pieskoch (Barančíková, 1999).

Tab. 5 Obsah organického uhlíka (%) na kambizemiach v r. 1997. (rok odberu 2. cyklu).

Pôdy	Kultúra	Hĺbka odberu vzorky (cm)	Cox (%)			
			X _{min}	X _{max}	X	X _G
KM+KMg na vulkanitoch	TTP	0-10	1,74	2,96	2,35	2,27
		20-30	0,85	1,62	1,33	1,3
		35-45	0,61	1,75	1,19	1,12
KM na vulkanitoch	OP	0-10	0,98	1,86	1,42	1,38
		35-45	0,32	0,77	0,57	0,54
KM+KMg na flyši	TTP	0-10	0,62	3,78	1,99	1,84
		20-30	0,56	1,66	1,09	1,03
		35-45	0,21	1,09	0,69	0,63
KM+KMg na flyši	OP	0-10	0,76	2,04	1,34	1,29
		35-45	0,31	1,45	0,72	0,65
KM na kyslých substrátoch	TTP	0-10	1,15	5,85	2,74	2,42
		20-30	0,82	3,78	1,93	1,71
		35-45	0,37	2,82	1,2	1,04
KM na kyslých substrátoch	OP	0-10	0,88	2,15	1,44	1,39
		35-45	0,47	1,73	0,94	0,84
KM na vápencoch	TTP	0-10	1,33	5,47	2,98	2,49
		20-30	1,31	3,06	2,02	1,93
		35-45	0,67	1,9	1,2	1,11
KM na vápencoch	OP	0-10	1,14	2,45	1,69	1,6
		35-45	0,79	2,06	1,25	1,13

Obsah humusu s hĺbkou pôdy postupne klesal, pričom v hĺbke 35-45 cm neboli zistené podstatné rozdiely medzi TTP a ornými pôdami kambizemí a najvyššia zásoba organickej hmoty v tejto hĺbke bola zistená u kambizemí na vápencoch (tab. 5).

Tab. 6 Obsah celkového dusíka a pomer C/N v jednotlivých skupinách kambizemí v r. 1997. (rok odberu 2. cyklu)

Pôdy	Kultúra	Hĺbka odberu vzorky (cm)	Nt			C/N		
			X _{min}	X _{max}	X	X _{min}	X _{max}	X
KM+KMg na vulkanitoch	TTP	0-10	2210	3710	2934	8,42	12,21	9,39
KM na vulkanitoch	OP	0-10	1400	2170	1773	7	10,22	8
KM+KMg na flyši	TTP	0-10	1035	4450	2750	5,9	10,08	7,03
KM+KMg na flyši	OP	0-10	1050	2940	1862	4,94	10,41	7,33
KM na kyslých substrátoch	TTP	0-10	770	5500	2855	3,75	14,94	9,58
KM na kyslých substrátoch	OP	0-10	800	2520	1653	6,79	12,85	8,59
KM na vápencoch	TTP	0-10	1850	5600	3333	6,48	9,77	7,81
KM na vápencoch	OP	0-10	1330	3180	2018	7,71	9,52	8,6

Podobne ako pri obsahu uhlíka, aj koncentrácia celkového dusíka je podstatne vyššia na trvalých trávnych porastoch kambizemí v porovnaní s ornými pôdami (tab. 6). Vplyv materskej horniny sa prejavil aj v hodnotách tohto parametra, nakoľko najvyššia hodnota N_t na TTP ako aj OP bola zistená u kambizemí na vápencoch (tab. 6). Úzka vzájomná súvislosť medzi priemernými hodnotami organického uhlíka a celkového dusíka u kambizemí je potvrdená aj vysokou hodnotou korelačného koeficientu medzi Cox a N_t , ktorého hodnota je 0,93.

Zásobenosť organickej hmoty dusíkom sa hodnotí na základe pomeru C/N (Sotáková, 1982), pričom čím nižšia je hodnota C/N, tým je zásoba dusíka v POH vyššia. Priemerné hodnoty pomeru C/N sa pohybujú v rozmedzí od 7 do 9,6, čo predstavuje vysokú až strednú zásobu dusíka v pôdnej organickej hmote kambizemí. Najvyššie hodnoty dosahoval tento parameter na kambizemiach na flyši a najnižšie hodnoty na kambizemiach na kyslých substrátoch (tab. 6). Podstatné rozdiely pomeru C/N medzi poľnohospodárskym využitím pôdy v jednotlivých skupinách neboli zaznamenané.

V prípade kvalitatívnych parametrov pôdnej organickej hmoty sa vo väčšej miere odráža genéza pôdy, charakteristická pre ten-ktorý pôdny typ, ako využitie pôdy (Sotáková, 1982, Barančíková, 1999, Barančíková, Kobza, 1999). Na základe hodnôt Chk/Cfk v tabuľke 3, je zrejme prevládanie fulvokyselín nad humínových kyselinami u všetkých skupín kambizemí, okrem orných pôd kambizemí na vápencoch.

Pri hodnotení kambizemí, hodnota Chk/Cfk bola na orných pôdach o niečo vyššia ako na trvalých trávnych porastoch (tabuľka 7). Vyššie zastúpenie humínových kyselín pri porovnaní orných pôd a TTP toho istého pôdneho typu bolo zistené aj u ostatných pôdnych typov (Barančíková, 1999).

Tab. 7 Hodnoty kvalitatívnych parametrov Chk/Cfk a Q_6^4 na kambizemiach v r. 1997 (rok odberu 2. cyklu).

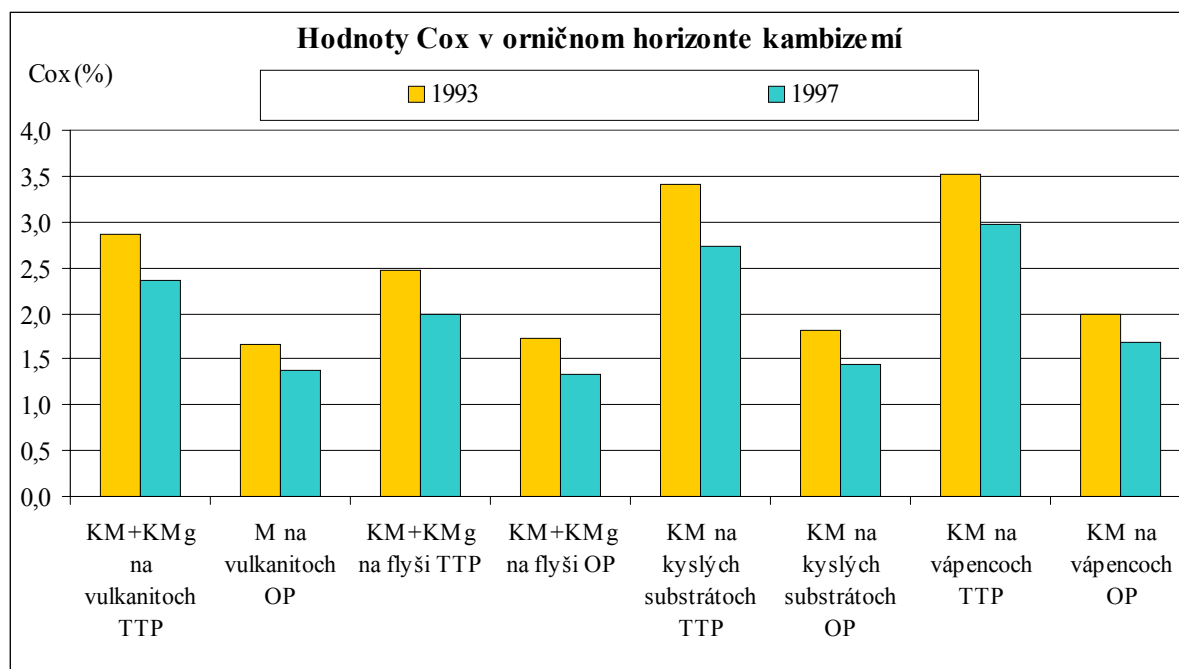
Pôdy	Kultúra	Hĺbka odberu vzorky (cm)	Chk/Cfk			Q_6^4		
			X_{min}	X_{max}	X	X_{min}	X_{max}	X
KM+KMg na vulkanitoch	TTP	0-10	0,48	0,94	0,7	4,59	6,51	5,31
KM na vulkanitoch	OP	0-10	0,77	0,9	0,83	4,43	5,94	5,11
KM+KMg na flyši	TTP	0-10	0,42	1,22	0,72	4,2	6	5,25
KM+KMg na flyši	OP	0-10	0,43	1,31	0,87	3,31	6,04	4,87
KM na kyslých substrátoch	TTP	0-10	0,48	1,05	0,76	3,84	6,46	5,59
KM na kyslých substrátoch	OP	0-10	0,45	1,5	0,84	4,09	6,31	5,27
KM na vápencoch	TTP	0-10	0,71	0,96	0,79	4,26	5,35	5,18
KM na vápencoch	OP	0-10	1,27	1,53	1,38	4,33	5,5	4,91

Ďalším dôležitým kvalitatívnym parametrom je optický kvocient Q_6^4 , na základe ktorého môžeme posudzovať stabilitu a rozmer humusových molekúl (Novák, 1984), pričom nižšie hodnoty Q_6^4 indikujú vyššiu stabilitu pôdneho humusu (Sotáková, 1982). Hodnoty tohto parametra sa pohybujú okolo 5 (tab. 7), čo je charakteristické pre menej kvalitnú pôdnu organickú hmotu. Podobne ako pri hodnotách Chk/Cfk , nižšie hodnoty Q_6^4 u kambizemí boli nájdené u orných pôd. Na základe hodnôt kvalitatívnych parametrov humusu môžeme

konštatovať nepatrne stabilnejšiu a vyzretejšiu organickú hmotu na orných pôdach v porovnaní s TTP.

Pri porovnaní priemerných hodnôt obsahu humusu medzi dvoma monitorovacími cyklami vidíme, že v prípade kambizemí, na všetkých sledovaných pôdnych skupinách došlo k zníženiu obsahu organického uhlíka v orničnom horizonte (graf 5), pričom na kambizemiach na flyši a na kyslých substrátoch bol tento pokles štatisticky významný. Jednou z príčin intenzívnejšej mineralizácie POH na orných pôdach môže byť intenzívne konvenčné obrábanie pôdy (Chan a Hulugalle, 1999), bez dostatočného prísunu kvalitnej organickej hmoty (Liang a Mackenzie, 1992, Bayer a kol. 2000, Devevre a Horwath, 2000). Na Slovensku došlo hlavne po roku 1989 k postupnému znižovaniu produkcie maštalného hnoja a úroveň hospodárenia s pôdnou organickou hmotou bola obmedzovaná aj poklesom úrod poľnohospodárskych plodín a s tým súvisiacim nižším prísunom rastlinných zvyškov do pôdy (Jurčová, 1996). Ďalšou možnou príčinou intenzívnejšej mineralizácie POH môžu byť aj globálne klimatické zmeny. Najnovšie práce viacerých autorov (Rosenzweig a Hillel, 2000, Guntiñaz a kol. 2000) uvádzajú, že vyššia teplota sa môže podieľať na akcelerovaní rozkladu pôdneho humusu.

Graf 5



9. Vyhodnotenie súčasného stavu a trendu vývoja fyzikálnych vlastností sledovaných pôdnych typov.

9.1. Fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti kambizemí zo základnej siete

Kambizeme zo základnej siete patria do troch hlavných zrnitostných skupín: ľahké, stredne ťažké a ťažké. Hodnotila sa u nich objemová hmotnosť (ρ_d), celková pórovitosť (P) a retenčná vodná kapacita (RVK) v roku 1992 a v roku 1997.

Ľahké kambizeme

Objemová hmotnosť

V roku 1997 v porovnaní s rokom 1992 došlo k výraznému zlepšeniu v orničnom horizonte. Pôda tu dosahuje kritickú hranicu len v maximálnej hodnote, pričom ju

neprekračuje. V podornici badať značné rozkolísanie hodnôt uvedenej veličiny oproti roku 1992. Pôda dosahuje a prekračuje kritickú hranicu v priemere a v maximálnych hodnotách. Podornice uvedených pôd sú teda mierne zhutnené.

Celková pórovitosť

V roku 1997 došlo k podstatnému zvýšeniu celkovej pórovitosti v ornici hodnotených pôd. Nedostatočná pórovitosť je len v minimálnych hodnotách. V podornici sa pórovitosť v druhom hodnotenom roku mierne zvýšila oproti prvému roku v maximálnych hodnotách a znížila sa v priemere a v minimálnych hodnotách. Potvrďuje to mierne zhutňovanie podorníc týchto pôd, ktoré však nie je také výrazné ako u iných pôdnych typov (černozeme, hnedozeme, čiernice).

Retenčná vodná kapacita

Retenčná vodná kapacita dosahuje priaznivé hodnoty v maximálnych hodnotách. V priemere a v minimálnych hodnotách je nedostatočná. Uvedený jav je príznačný pre ľahké pôdne druhy aj u ostatných pôdnych typov.

Stredne ťažké kambizeme

Objemová hmotnosť

Vývoj objemovej hmotnosti stredne ťažkých kambizemí má mierne zlepšujúci trend. Oproti prvému roku sa hodnota tejto veličiny znížila v podornici aj v priemere. Prekračuje síce kritickú hranicu, ale celkove sa jej hodnoty znížili. V minimálnych hodnotách je možné pozorovať výrazný pokles pod úroveň kritickrj hodnoty. Výsledky z ornice sa v čase výrazne nezmenili, ale aj tu badať nepatrný pokles v maximálnych, ako aj priemerných hodnotách.

Celková pórovitosť

Priaznivý vývoj v hodnotách objemovej hmotnosti sa odrazil aj pri celkovej pórovitosti pôdy. Ako v ornici, tak aj v podornici došlo k zvýšeniu priemerných a maximálnych hodnôt sledovaného parametra na, alebo nad kritickú hranicu v druhom hodnotenom roku.

Retenčná vodná kapacita

Uvedený parameter má vyhovujúce hodnoty v priemere. V maximálnych hodnotách má nepriaznivý trend v ornici aj v podornici. V oboch prípadoch dochádza v roku 1997 k značnému rozkolísaniu hodnôt tohoto parametra.

Ťažké kambizeme

Objemová hmotnosť

Ťažké pôdne druhy nevykazujú výraznú zmenu v čase. Pôdy v podornici sú zhutnené aj podľa priemerných hodnôt, ale toto zhutnenie nie je také výrazné ako u iných pôdnych typov (černozem, hnedozem) v rámci tejto zrnitostnej kategórie. V minimálnych hodnotách dochádza v ornici z zvyšovaním a v podornici k znižovaniu objemovej hmotnosti v druhom roku hodnotenia.

Celková pórovitosť

Celkove možno konštatovať väčšiu vyrovnanosť hodnôt a stratu tzv. luxusnej - nadbytočnej pórovitosti, ktorá bola pozorovaná v prvom roku sledovania v maximálnych hodnotách. Inak zmeny v čase nie sú veľmi výrazné. Celková pórovitosť kambizemí v rámci uvedeného pôdneho druhu je uspokojivá.

Retenčná vodná kapacita

Retenčná vodná kapacita, podobne ako celková pórovitosť nevykazuje podstatné zmeny v čase. V priemerných a maximálnych hodnotách prekračuje kritickú hranicu najmä v podornici.

10. Monitoring vodnej erózie na poľnohospodárskych pôdach

Aj keď má pôda pomerne veľkú schopnosť odolávať nepriaznivým vplyvom vonkajšieho prostredia často dochádza k jej degradácii. Jedným z hlavných problémov poľnohospodárstva je degradácia pôdy procesmi vodnej erózie, ktoré v konečnom dôsledku vedú až k znižovaniu prirodzenej úrodnosti pôdy, znečisťovaniu vodných tokov a zanášaniam vodných nádrží. Nevyhnutným podkladom pre uplatňovanie protierozných opatrení je získavanie údajov o intenzite vodnej erózie (slúžia na posúdenie miery eróznej ohrozenosti). Monitorovanie vodnej erózie na poľnohospodárskych pôdach je od roku 1993 (boli založené prvé tri transekty na sledovanie vodnej erózie) súčasťou Čiastkového monitorovacieho systému - Pôda.

Dlhodobým cieľom úlohy je sledovanie intenzity vodnej erózie na poľnohospodárskych pôdach Slovenska pomocou metódy stanovenia rádioaktívneho izotopu ^{137}Cs a vyhodnotenie kvantitatívnych zmien doplnkových pôdných parametrov (zrnitostné zloženie, fyzikálne vlastnosti, pH/KCl, C_{ox} , obsah humusu, $P_{\text{prist.}}$). Na rok 2000 bol plánovaný odber pôdných vzoriek zo všetkých 8 erózných transektov pre stanovenie a následné vyhodnotenie doplnkových pôdných vlastností.

Pre hodnotenie eróznno-akumulačných procesov bola zvolená metóda stanovenia rádioaktívneho izotopu ^{137}Cs , ktorá umožňuje zistiť reálne hodnoty eróznej aj akumuláčnej zložky spomínaných procesov. Umožňuje skúmať intenzitu týchto procesov za definované časové obdobie 35 - 40 rokov. Princíp metódy spočíva v tom, že na neerodovaných miestach je prevažná časť ^{137}Cs akumulovaná v hĺbke 5-10 cm. Jeho obsah s narastajúcou hĺbkou pôdy klesá exponenciálne takmer bez translokácie fyzikálno-chemickými procesmi.

V tomto roku sa stanovovali z každej odobratej pôdnej vzorky zo všetkých transektov iba doplnkové pôdne vlastnosti (zrnitostné zloženie, fyzikálne vlastnosti, pH/KCl, C_{ox} , obsah humusu, $P_{\text{prist.}}$). Tieto vlastnosti boli stanovené v laboratóriách Regionálneho pracoviska VÚPOP v Banskej Bystrici podľa štandardných analytických metód používaných v rámci Čiastkového monitorovacieho systému - Pôda. Stanovenie doplnkových pôdných vlastností slúži na upresnenie výsledkov získaných na základe aktivity rádioaktívneho izotopu ^{137}Cs . Aby sme mohli vyjadriť zmeny sledovaných doplnkových vlastností v čase budú sa pôdne vzorky odberať a analyzovať od roku 2000 v ročných intervaloch. Porovnanie výsledkov získaných v tomto roku s výsledkami analýz z predchádzajúcich rokov je dosť komplikované pretože v minulosti sa nedodržiaval ročný interval odberu vzoriek zo všetkých lokalít a analýzy boli robené v laboratóriách RP VÚPOP v Prešove (rôzna chyba merania).

Erózia sa monitoruje v rámci Čiastkového monitorovacieho systému - Pôda na ôsmich transektoch (Voderady - černozezem kultizemná, Plavé Vozokany - hnedozezem kultizemná, Ulič - pseudoglej kultizemný, Zacharovce - hnedozezem kultizemná pseudoglejová, Kečovo - kambizezem pseudoglejová, Smolinské - hnedozezem kultizemná, Rišňovce - černozezem kultizemná hnedozezemná, Bartošovce - kambizezem kultizemná pseudoglejová). Na každom so spomínaných transektov sú lokalizované tri pedologické sondy z ktorých sa odberajú pôdne vzorky na stanovenie pôdných vlastností. Prvá sonda je umiestnená na vrchole svahu a predstavuje vrcholovo eluviálnu časť transektu (neerodované alebo mierne erodované pôdy), druhá sa nachádza na svahu v eróznej časti transektu (erodované pôdy) a tretia je umiestnená v spodnej (akumulačnej) časti transektu (akumulované pôdy).

Odber pôdnych vzoriek sa robí v hĺbkových intervaloch po 5 cm. Hĺbky odberu sú totožné z hĺbkami z predchádzajúceho odberového cyklu. Z ornice (0-25 cm), ktorá je orbou pravidelne premiešaná sa odoberá iba jedna pôdna vzorka z hĺbky 0-10 cm. Pedologické sondy z ktorých sa odoberajú pôdne vzorky sú v rámci jednotlivých transektov lokalizované na základe geodetického zamerania.

V tomto roku sa vo všetkých transektoch kde sa sleduje vplyv eróznno-akumulačných procesov na zmeny pôdnych vlastností (degradácia pôd) robili iba analýzy doplnkových pôdnych parametrov (zrnitostné zloženie, fyzikálne vlastnosti, pH/KCl, C_{ox}, obsah humusu, P_{príst.}), ktoré slúžia na upresnenie výsledkov získaných na základe aktivity rádioaktívneho izotopu ¹³⁷Cs. Kvantitatívne zmeny sledovaných pôdnych vlastností v rámci jednotlivých transektov potvrdzujú vo všetkých prípadoch prítomnosť vodnej erózie. Jej intenzita nie je však všade rovnaká. Výraznejší vplyv eróznno-akumulačných procesov na pôdu sa prejavuje najmä na transektoch v Rišňovciach, Plavých Vozokanoch, Voderadoch, Zacharovciach a Bartošovciach. Transekty v Kečove a v Smolinskom sú charakteristické tým, že už aj vrcholové časti svahu sú ovplyvnené vodnou eróziou. Najmenší vplyv vodnej erózie na zmeny pôdnych vlastností sa prejavil na transekte v Uliči. Je to pravdepodobne spôsobené jeho nie práve najvhodnejším umiestnením v teréne (nie je umiestnený presne v smere pôsobenia eróznno-akumulačných procesov). Preto by bolo v budúcnosti vhodné považovať o zmene jeho umiestnenia.

Vplyv procesov vodnej erózie na zmeny základných fyzikálnych vlastností bol vo všetkých sledovaných lokalitách minimálny.

11. Databáza ČMS – P a informačný systém monitoringu pôd – súčasný stav

Údajová báza dát „Čiastkového monitorovacieho systému – Pôda“ pri Výskumnom ústave pôdoznalectva a ochrany pôdy je spracovaná v užívateľskom programe v prostredí Windows 95 pod databázovým systémom MS ACCESS 7.0. Používateľ nemusí poznať ovládanie týchto prostredí, pretože používateľské rozhranie systému ČMS – P nevyžaduje špeciálne znalosti. Pre prácu s údajmi je možné používať všetky funkcie a možnosti programu MS ACCESS, pričom je však potrebné poznať štruktúru uložených údajov o sondách. Údaje z MS ACCESS je možné exportovať do bežne používaných software databázových, štatistických, grafických, textových. Obsahovo smerované výbery údajov sa spracovávajú v programoch EXCEL, STATGRAPHICS, ARC/INFO.

Základom databázového programu ČMS – P sú údaje o monitorovacích sondách (lokalitách) v základnej sieti sond a v sieti tzv kľúčových sond. Kľúčové sondy (lokality) sú zároveň aj súčasťou základnej siete sond. Údaje o jednej sonde (v časových radoch) sú rozdelené do skupín navzájom súvisiacich údajov. Údaje sú rozdelené do trinástich blokov:

1. Územná identifikácia monitorovacích lokalít
2. Klasifikácia pôdy a označenie horizontov
3. Fyzikálne vlastnosti
4. Pôdna reakcia a obsah karbonátov
5. Makroživiny
6. Mikroživiny
7. Humus
8. Výmenné katióny a sorpčný komplex
9. Totálny obsah rizikových stopových prvkov

10. Stopové prvky vo výluhu 2M HNO₃, 2M HCl (As)
11. Stopové prvky – mobilné a prijateľné formy (0,05M EDTA)
12. Stopové prvky v rastlinách
13. Organické kontaminanty a indikátory rádioaktívneho znečistenia

Program poskytuje:

- Vkládanie a prezeranie údajov o sonde
- Výber a tlač údajov
- Prehľad uložených údajov
- Prehľad číselníkov používaných v databáze

(Číselníky sa použili jednak celoštátne - číselníky krajov, okresov a interné číselníky - číselníky pôdnych predstaviteľov, pôdotvorných substrátov, pôdnych horizontov ...)

Tento užívateľský program je „otvorený“, t. z., že je možné ho rozširovať o jednotlivé bloky, prípadne položky. V niektorých blokoch sa rozšírili položky v súvislosti s rozšírením sledovaných prvkov v pôde (blok: Fyzikálne vlastností a Makroživiny). Pôvodný základný užívateľský program sa v r. 1999 rozšíril o t. z. „kľúčové monitorovacie lokality“. „Kľúčové lokality“ majú rovnaký rozsah blokov, ako základný súbor, ale sledované vlastnosti za 1 kľúčovú lokalitu sú z piatich odberoch (5 separátnych odberov) na ploche 314 m².

Prvé dva bloky („Územná identifikácia monitorovaných lokalít“ a „Klasifikácia pôdy a označenie horizontov“) sú stabilné (nemenné v čase). Ostatné bloky sú merané hodnoty v časovom rade a sú viazané na dátum odberu vzoriek zo sond. Sondy základnej siete sú odoberané a vzorky analyzované v 5-ročných cykloch. Vzorky z kľúčových lokalít sú odoberané každý rok. Ich výsledky sú priebežne zapisované do uvedenej databázy.

Všetky výsledky analýz prechádzajú logickou kontrolou, z dôvodu odstránenia prípadných chýb, ktoré môžu vzniknúť jednak pri analýzach, jednak pri prepisovaní dát. Údaje z databázy sa podľa výberu – odborného pedologického hľadiska triedili a spracovávali v štatistických programoch a výsledky sú prezentované v správe vo forme štatistických a grafických výstupov.

Výsledky ČMS - P sa poskytujú prednostne rezortom MP SR a MŽP SR, ako aj na požiadanie v spracovanej forme iným organizáciám (SAŽP, spracovatelia EIA, iným výskumným ústavom, školám, rezortu zdravotníctva, obecným úradom a pod.).

ČMS - P je prepojený na Informačný systém monitoringu (ISM), ktorý je súčasťou IS o ŽP SR. Budovaním a prevádzkovaním ISM je poverená SAŽP. Prostredníctvom nej sú prístupné informácie jednotlivých Čiastkových monitorovaných systémov (ČMS), teda aj ČMS – P, Ministerstva ŽP SR pre vrcholové rozhodovanie i ďalším záujemcom podľa prístupnosti dát.

Prostredníctvom SAŽP sa v roku 1998 vytvorila WWW stránka ČMS – Pôda s prezentáciou niektorých dôležitých výstupov. Podľa potreby sa táto WWW stránka aktualizuje. Informácie a výstupy z ČMS – Pôda sú poskytované prostredníctvom strediska ČMS – Pôda pri VÚPOP v Bratislave.

12. Plošný prieskum kontaminácie pôd - rok 2000 (subsystem monitoringu pôd)

Rok 2000 je piatym rokom II. cyklu "Plošného prieskumu kontaminácie pôd", podsystém ČMS - pôda. Je priamo prepojený so systémom ASP tým, že využíva

organizovaný odber pôdnych vzoriek. Predmetom plnenia úlohy je sledovanie obsahu kontaminujúcich látok v pôdach vo vybraných katastrálnych územiach. Pôdy týchto území boli vybrané na základe zvýšeného obsahu kontaminujúcich látok, ktoré boli preukázané analýzami v rámci I. cyklu PPKP, kde aspoň jeden zo sledovaných parametrov prekročoval limitnú hodnotu. Z dôvodov kompletnosti sú do súboru zaradené aj výsledky analýz pôd z katastrálnych území zaradených do KCM.

Predkladaná správa a výsledky reprezentujú stav prác k 15. 11. 2000. Celkom sa za obdobie od 15. 11. 1999 do 15. 11. 2000 analyzovalo 1625 pôdnych vzoriek z odberov v roku 1998 a 1999.

Analyzované pôdne vzorky reprezentujú plochu 40160 ha o počte 1214 honov z 94 poľnohospodárskych subjektov. Z uvedenej kontrolovanej rozlohy bolo 4508 ha nadlimitných čo predstavuje 167 honov.

13. Monitoring lesných pôd (subsystém monitoringu pôd)

Kambizeme napriek spoločným znakom a charakteristickému procesu brunifikácie, tvoria z hľadiska svojich vlastností značne rôznodrodý súbor. V rámci plôch monitorovacieho systému sa vyskytujú od nadmorskej výšky 170 m až po 1285 m. Podľa lesných vegetačných stupňov (lvs) siahajú od 1. lvs (dubového) až po 7. lvs (smrekový). Na týchto pôdach sa vyskytujú (podľa lesníckej typológie) lesné spoločenstvá od kyslých (oligotrofných) radu A cez mezotrofné až po nitrofilné (rad C). Dominujú však mezotrofné spoločenstvá radu B (až 41 plôch z celkového počtu 69 plôch). Taktiež z hľadiska drevinového zloženia lesných porastov (porastových typov) ide o heterogénny súbor. Dominujú tu bukové (19), smrekové (18 plôch) a zmiešané jedľovo-bukovo-smrekové (8) lesné porasty, zastúpené sú však aj bukovo-dubovo-hrabové a dubové, ako aj borovicové lesné porasty.

Odzrazom rôznych podmienok, najmä klimatických faktorov a porastových charakteristík, je aj veľká variabilita vlastností týchto pôd. Množstvo organickej hmoty akumulovanej na povrchu pôdy v pokryvnom humuse (v opadankovom horizonte) kolíše od 0,6 až po 14,3 kg.m⁻², teda 6 až 143 ton na hektár. Predstavuje to zásoby organicky viazaného uhlíka od 1,7 do 43,6 t.ha⁻¹. Zásoby organického uhlíka v pôde do hĺbky 20 cm predstavujú kvantá od 14,8 do 175,5 t.ha⁻¹.

Obsah skeletu v kambizemiach súboru TMP kolíše od 0% (kambizem na eolických pieskoch Borskej nížiny) až po 75% (kambizem na zvetralinách ruly).

13.1. Hodnotenie monitorovaných vlastností

Monitorovanie stavu a vývoja lesných pôd sa zameriava najmä na vlastnosti charakterizujúce aciditu pôdneho prostredia, na hodnotenie pôdneho humusu a na rizikové prvky v pôdach.

Acidita pôd je hodnotená súborom viacerých vlastností pôd. Prvým ukazovateľom je pôdna reakcia. V rámci každého z troch hodnotených súborov pôd je značný rozptyl, aj v dôsledku už spomínanej rôznorodosti viacerých faktorov. Oproti kambizemiam na flyši a kryštaliniku boli namerané vyššie hodnoty v súbore plôch na vulkanitoch. Rozdiely však nie sú výrazné.

Pri porovnaní výsledkov analýz po piatich rokoch sme nezaznamenali rozdiely, ktoré by boli štatisticky významnou zmenou. Na jednotlivých plochách boli zistené odchýlky v oboch smeroch (zníženia i zvýšenia hodnôt), väčšinou sme v opakovanom odbere v roku 1998 zaznamenali mierne vyššie hodnoty ako v roku 1993, čo sa odráža aj na priemerných hodnotách v tabuľke. V celom súbore však možno konštatovať vyrovnaný stav.

K ďalším hodnoteným vlastnostiam patria charakteristiky sorpčného komplexu, najmä obsah výmenných báz, výmenná acidita a nasýtenie bázami. Pri východiskovom (prvom) hodnotení boli namerané najvyššie hodnoty nasýtenia bázami v kambizemiach na vulkanitoch, najnižšie v kambizemiach na kryštaliniku. Vyššie hodnoty nasýtenia boli samozrejme v hĺbke 0 - 10 cm než v hĺbke 10 - 20 cm. Pri opakovanom hodnotení sme zistili pre všetky hodnotené skupiny kambizemí a pre obidve hodnotené hĺbky trend poklesu nasýtenia bázami. Hodnoty výmennej acidity naznačujú určitý vzostup, výraznejší však bol pokles zásob výmenných báz, najmä vápnika.

Ďalšie hodnotené vlastnosti súvisia s pôdnou organickou hmotou. Základnými ukazovateľmi kvantily pôdnej organickej hmoty sú obsah organického uhlíka a obsah celkového dusíka. V nasledovných tabuľkách sú aritmetické priemery, minimá a maximá pre jednotlivé hĺbky a skupiny pôd.

Variabilita obsahu organického uhlíka v rámci súborov je vysoká, vysoké hodnoty sa vzťahujú najmä na plochy s vysokým obsahom skeletu. Vzájomné rozdiely medzi kambizemiami na flyši, na kryštaliniku a na vulkanitoch sú naopak pomerne malé.

Podobné závery možno konštatovať aj pre obsah celkového dusíka. Variabilita obsahu organického uhlíka v rámci súborov je vysoká, vzájomné rozdiely medzi kambizemiami na flyši, na kryštaliniku a na vulkanitoch sú naopak malé.

Z výsledkov, ktoré umožňujú hodnotiť opakované merania, tu uvádzame hodnoty vzájomného pomeru C/N. Keďže aj v tomto prípade je variabilita značná, rozdiely zistené medzi hodnotenými skupinami nemôžeme interpretovať ako významné. Za celý súbor je však zrejmy mierny pokles hodnôt C/N v hĺbke 0-10 cm.

Pre všetky z trojice hodnotených prvkov a pre kambizeme na flyši, kryštaliniku i vulkanitoch je zrejma bioakumulácia týchto prvkov v pokrývnom humuse. V minerálnej pôde ich koncentrácia s hĺbkou klesá. Výrazne vyššie priemerné hodnoty Zn, Cu aj Pb v pokrývnom humuse, ale tiež vyššie priemerné hodnoty v hĺbkach 0-10 cm a 10-20 cm pre kambizeme na flyši, súvisia s geochemickými anomáliami i antropogénnou kontamináciou na dvoch plochách v oblasti Spiša.

14. Dosiahnuté výsledky v roku 2000 (sumarizácia)

Priebežná správa ČMS – Pôda za rok 2000 obsahuje informácie o najaktuálnejšom stave a vývoji dôležitých vlastností kambizemí od začiatku realizácie monitoringu pôd SR, t.j. od roku 1993. Boli zistené nasledovné trendy ich vývoja, ktoré uvádzame stručne podľa jednotlivých oblastí monitorovania:

14.1. Hlavné oblasti monitorovania

Zmeny niektorých pôdných vlastností kambizemí - lesných pôd neboli štatisticky preukazné. Pôdne vlastnosti lesných pôd sa vyznačujú značnou priestorovou heterogenitou (pH, obsah humusu, sorpčné vlastnosti a pod.)

V rámci Plošného prieskumu kontaminácie poľnohospodárskych pôd – subsystém ČMS – Pôda bolo analyzovaných 1 625 pôdných vzoriek, ktoré reprezentujú plochu 40 160 ha o počte 1 214 honov (parciel) z 94 poľnohospodárskych subjektov. Z uvedenej kontrolovanej rozlohy bolo 4 508 ha nadlimitných, čo predstavuje 167 poľnohospodárskych honov (parciel).

I keď od začiatku komplexného monitoringu pôd SR uplynulo zatiaľ pomerne krátke časové obdobie (od roku 1993), možno už v súčasnosti na základe doterajších výsledkov konštatovať, že k určitým vývojovým trendom v našich pôdach neustále dochádza. Do akej

miery sú tieto zmeny reverzibilné alebo irreverzibilné, ukáže sa až v ďalšom procese monitorovania pôd. Bude preto potrebné i naďalej sledovať ďalší vývoj našich pôd, čo má svoj význam ako z hľadiska úrodnosti, tak aj z hľadiska ochrany pôd a životného prostredia.

Koordinátor a riešiteľský kolektív ďakujú touto cestou rezortom pôdohospodárstva a životného prostredia SR za vytvorenie podmienok pre riešenie úlohy v roku 2000.

Vývojový trend kambizemí SR od začiatku realizácie ČMS – P, t.j. od roku 1993

Kontaminácia pôd	zatiaľ bez výraznejšieho vývojového trendu
Obsah prístup. živín PaK	pokles v priemere o 15 - 20 %
Obsah a kvalita humusu	mierne zníženie obsahu humusu na orných pôdach, zníženie Q^4_6 a zvýšenie C_{HK} , čo indikuje určitý stabilizačný trend v kvalite pôdneho humusu
Acidifikácia	zmeny v pôdnej reakcii neboli zatiaľ štatisticky významné, indície mierneho poklesu pH pôd na kyslých substrátoch
Salinizácia a alkalizácia	mierne zvýšenie hodnôt zasoľovania, proces alkalizácie je však dominantný (v aridnejších oblastiach SR)
Zhutňovanie pôd	pri kambizemiach neboli zatiaľ zistené také výrazné črty zhutňovania ako napr. pri černozeiach a hnedozeiach
Erózia pôd	bolo potvrdené, že vodná erózia pôd neustále prebieha, avšak s rôznou intenzitou (najvýraznejšie na niektorých orných pôdach)